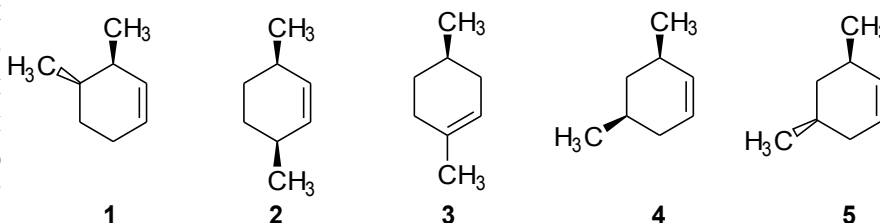


## Задачи USU Chemical Contest 2018

1. В 1964 году опытный образец нового высотного сверхзвукового бомбардировщика ВВС США, конструкция которого была спроектирована под особое топливо, совершил свой первый полет. За время испытательных полетов военные окрестили этот самолет «зеленым драконом» из-за ярко-зеленого пламени, вырывавшегося из сопел его работающих двигателей.

При комнатной температуре соединение **X** — единственный компонент топлива, представляет собой бесцветную жидкость с кисловатым запахом, кипящую при 61°C. При 100 °С и атмосферном давлении плотность паров топлива составляет 2,09 г/л, однако, работать с ним при такой температуре опасно, поскольку оно самовоспламеняется на воздухе. Продуктами сгорания 5,5 г топлива **X** в кислороде являются 6,96 г воды и твердое вещество **Y**. С горячим водяным паром топливо **X** реагирует с выделением водорода и образованием кислоты **Z**, которая при нагревании до 150-160 °С теряет 29% массы (вещество **Z1**), а при последующем прокаливании еще 14,5% массы и превращается в **Y**. Определите состав (брутто-формулы) топлива **X**, веществ **Y**, **Z** и **Z1**, и подтвердите предположения расчетами. Запишите уравнения упомянутых реакций. Какая особенность структуры позволяет веществу **X** быть стабильным при обычных условиях?

2. При каталитическом гидрировании оптически активного соединения образуется оптически неактивное соединение. Какая (какие) из следующих структур отвечает условию задачи? Приведите необходимые пояснения.



3. Представьте, что в Вашем распоряжении имеются 0,001 М и 1 М растворы  $\text{AgNO}_3$ , 0,5 М раствор серной кислоты, а также несколько серебряных пластин и большое количество проводов, стаканов и солевых мостиков. Придумайте способ электрохимического получения чистого сульфата серебра с применением только перечисленного выше. Запишите уравнения всех протекающих процессов и схему используемого Вами гальванического элемента. К какому типу он относится? Рассчитайте, сколько таких элементов нужно использовать для осуществления задуманного при 25 °С. Изобразите общую схему прибора для получения сульфата серебра (обозначьте порядок соединения, налитые растворы, аноды и катоды).

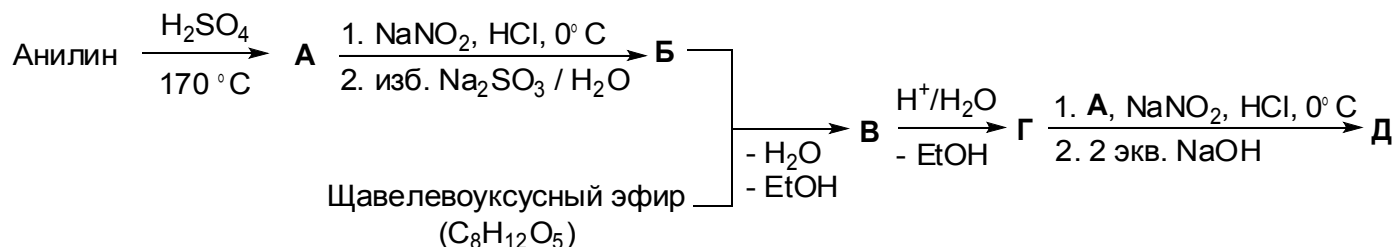
Справочные данные:  $\varphi^0_{\text{Ag}^+/\text{Ag}} = 0,80$  В. Перенапряжение выделения водорода на серебре считайте равным 0,34 В, внутреннее сопротивление гальванических элементов не учитывайте.

4. "...Метод определения растворимого ...а в воде. К 100 мл анализируемого раствора в сосуде с пришлифованной пробкой прибавляют реактивы в следующем порядке: 2 мл 15% р-ра салицилата натрия, 150-200 мг комплекса  $\text{Fe}^{\text{II}}$  с сульфатом этилендиамина и 0,5 мл 20% р-ра трис-(оксиметил)-аминометана. Сосуд сразу закрывают, и притом так, чтобы над жидкостью не осталось пузырьков газа. Затем содержимое сосуда хорошо перемешивают. Сосуд открывают и тотчас вносят 5 мл 15% этанольного р-ра малеиновой кислоты. В заключение титруют 0,02 М р-ром ЭДТА до исчезновения красно-фиолетовой окраски ... комплекса железа (III). Особенно важно, чтобы комплекс сульфата этилендиамина с  $\text{Fe}^{\text{II}}$  был совершенно свободен от ионов  $\text{Fe}^{\text{III}}$ ."

1. Что определяют по этой методике? Приведите уравнения всех протекающих реакций.
2. Изобразите структуру трис-(оксиметил)аминометана. Для какой цели он добавляется?
3. Изобразите структуру малеиновой кислоты. Какова может быть ее роль в этой методике?
4. Рассчитайте массу определяемого компонента, если на титрование ушло 26,8 мл р-ра ЭДТА.

5. Образец смеси двух простых веществ массой 5 г обработали избытком разб.  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . При этом он растворился не полностью и выделилось 3,155 л газа. Такой же образец смеси подвергли нагреванию до 900 °С без доступа воздуха; после обработки его разб.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  получили 2,079 л газа с плотностью по воздуху 0,604, а 0,2772 г остались нерастворенными. При сжигании этого газа было получено 2,53 г воды и 2,88 г бинарного вещества белого цвета. Определите качественный и количественный состав исходной смеси, приведите уравнения всех протекавших реакций.

6. Один из широко используемых синтетических красителей получают по следующей схеме:

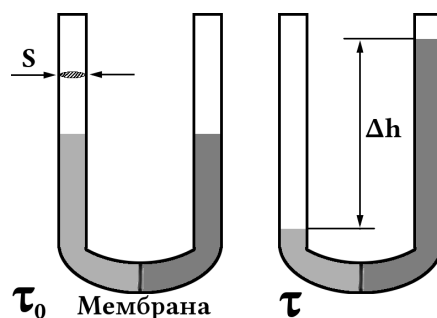


Определите структуры соединений А-Д, если известно, что массовые доли серы в них следующие:

Соединение	А	Б	В	Г	Д
$\omega(\text{S}), \%$	18,51	15,26	9,59	11,27	12,52

7. Образец активированного угля массой 2 г длительное время вымачивали в 50 мл раствора, содержащего 0,1 М  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$  и 0,1 М  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ , после чего отфильтровали, промыли небольшим количеством воды (которую добавили к фильтрату), высушили и сожгли в токе кислорода при  $800^\circ\text{C}$ . Остаток — оранжевый порошок массой 0,446 г. Фильтрат обработали сульфидом натрия, в результате чего после фильтрования и высушивания получили темный порошок массой 0,950 г. Определите сорбционную емкость угля по отношению к свинцу и ртути, приведите уравнения реакций и расчеты. Считайте, что все реакции протекали количественно. Какой тип сорбционной емкости измерялся в данном случае?

8. В колена длинной U-образной трубки, в нижней части которой находится полупроницаемая мембрана (см. рис.), налили по 50 мл 0,6%-ных растворов глюкозы и хлорида кальция. После длительной выдержки при  $0^\circ\text{C}$  разность уровней жидкости в коленах трубки составила  $\Delta h = 60$  см. Найдите изотонический коэффициент для полученного раствора хлорида кальция, если площадь сечения трубки  $S = 1$  см<sup>2</sup>. Плотность всех растворов считайте равной 1 г/см<sup>3</sup>. (Рекомендация: все расчеты выполняйте в единицах СИ).



9. Изучая химию производных фосфорной кислоты, Ю. Либих проводил реакцию пентахлорида фосфора с некоторым веществом, также содержащим хлор (66,36%). Однако, вместо ожидаемого продукта он получил смесь веществ, одним из компонентов которой было вещество с т. пл.  $114^\circ\text{C}$  и плотностью паров по воздуху 12, способное перегоняться под вакуумом без разложения. Позднее было установлено, что это вещество не обладает дипольным моментом, а его молекулы имеют ось симметрии третьего порядка ( $\text{C}_3$ ); также было открыто весьма необычное свойство этого вещества: при нагревании до  $250^\circ\text{C}$  оно без выделения низкомолекулярных веществ превращается в полимер с мол. массой около  $2 \times 10^6$  а.е.м. Обработкой этого полимера различными нуклеофильными реагентами был получен широкий ряд производных, часть которых обладает ценными свойствами: гидрофобностью или, наоборот, водорастворимостью, биоразлагаемостью и др. Например, при обработке 1 г исходного полимера этилатом натрия в этаноле (выделяется 1,008 г  $\text{NaCl}$ ) можно получить другой полимер (1,164 г) при полном сжигании которого остается 0,612 г белого твердого остатка, расплывающегося на воздухе, а также выделяется (кроме прочих) газ, проходящий сквозь обычные поглотители, используемые в элементном анализе. Определите состав и структуру мономера, исходного полимера и его производного, полученного обработкой этилатом натрия. Приведите необходимые расчеты и аргументы в пользу предложенных Вами структур, схемы реакций. Рассчитайте степень полимеризации исходного полимера.

10. **ОПЫТ.** Известно, что: а) колба изначально содержала хлор; б) добавленная жидкость является углеводородом; в) вещество, впоследствии кристаллизующееся на стенках, содержит 73,20% хлора и применялось для обработки посевов от саранчи. Предположите, какая реакция была продемонстрирована (напишите уравнение). Почему эта реакция не протекает в отсутствие освещения?